

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
Please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-248431

(43)Date of publication of application : 17.09.1999

(51)Int.Cl. G01B 11/24
G06T 7/00

(21)Application number : 10-046876 (71)Applicant : SHARP CORP

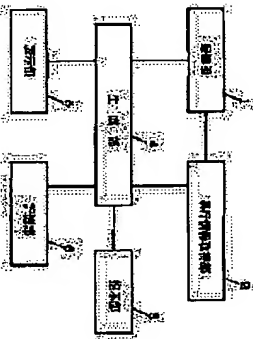
(22)Date of filing : 27.02.1998 (72)Inventor : URANO NAOKI
KASHIWAGI KOICHI

(54) THREE-DIMENSIONAL MODEL FORMING APPARATUS AND COMPUTER
READABLE MEDIUM RECORDED WITH THREE-DIMENSIONAL MODEL GENERATING
PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily extract feature points from a two-dimensional image taken by a camera and generate an accurate three-dimensional model without a plurality of cameras, by acquiring depth information corresponding to a two-dimensional dot array drawn by an operator on a device coordinate system.

SOLUTION: Feature points of an object shown on a display 5 are traced by a pen on a digitizer every line segment to send coordinates corresponding to a designated pixels in the designating order to a generator 4 from a designator 3, camera parameters are sent from a digital camera to the generator 4, the topology of the two-dimensional segments is extracted, based on the received coordinates, coordinates of the intersection of the same segments are sampled in a memory 6, and the depth information corresponding to the sampling coordinates is obtained from a configuration chart and processed to obtain normalized coordinates which are converted in modeling coordinates. Drawing the contour line of a three-dimensional body 6 to be extracted from a two-dimensional image taken by the camera facilitates extracting feature points and also forming a three-dimensional model.



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 11-248431

(43)公開日 平成11年(1999)9月17日

(51)Int. Cl.⁶ 識別記号

G 0 1 B 11/24
G 0 6 T 7/00

F I
G 0 1 B 11/24 K
G 0 6 F 15/62 4 1 5

審査請求 未請求 請求項の数 6

O L

(全10頁)

(21)出願番号 特願平10-46876

(71)出願人 000005049
シャープ株式会社

(22)出願日 平成10年(1998)2月27日

(72)発明者 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
浦野 直樹

(72)発明者 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
ヤーマ株式会社内
柏木 宏一

(72)発明者 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
シャープ株式会社内
ヤーマ株式会社内
井理士 深見 久郎

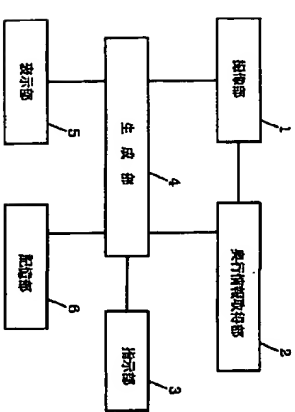
(74)代理人 井理士 深見 久郎

(54)【発明の名称】 3次元モデル生成装置および3次元モデル生成プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体

(57)【要約】

【課題】 複数のカメラを用いることなく、1台のカメラで撮像した2次元画像内で特徴点を指定して、精度の高い3次元モデルを容易に生成すること。

【解決手段】 撮像部1で対象物を撮像して2次元画像を、実行き情報取得部2で画像ごとの実行き情報を取得する。指示部3で特徴点の座標を入力する。入力された座標とその座標に対応する実行き情報とからカメラパラメータを用いて3次元モデルを生成する。



テツツと、2次元点列に対応する実行き情報を入力する
ステツツと、2次元点列のトボジョーを抽出するステツ
ツと、2次元点列と実行き情報とからモデリツグ座標を
算出するステツツと、抽出された2次元点列のトボジョ
ーに基づき3次元点列のトボジョーを抽出するステツツ
と、算出されたモデリツグ座標と抽出された3次元点列
のトボジョーとから3次元モデルを生成するステツツと
をコンピュータに実行させる。

【0026】この発明に従うと、2次元画像中から抽出
された特徴点を用いて、3次元点列のトボジョーを正確
にした3次元モデルをコンピュータで容易に生成するこ
とが可能なプログラムを記録した記録媒体を提供するこ
とが可能となる。

【0027】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の形態のひ
つにおける3次元モデル生成装置の構成を示すフロウ
ク図である。図を参照して3次元モデル生成装置は、デ
ィジタライズなどにより構成される撮像部1と、撮像
部1の画像ごとに対象物の実行き情報取得する実行き
情報取得部2と、特徴点座標を指示する指示部3と、特
徴点座標とそれに対応する実行き情報とから3次元モデ
ルを生成する生成部4と、撮像部1で撮像された画像を
表示する表示部5と、記憶部6とから構成される。
【0028】図2は、図1の3次元モデル生成装置が行
なう3次元モデルの生成処理を示すフローチャートであ
る。図を参照して、ステツツs0で実行き情報をもつ画
像が入力される。ステツツs1で、2次元線分の入力が行
なわれる。ステツツs2で、撮像部1より出力される
カメラパラメータが生成部4に入力される。ステツツs
3で、指示部3で入力された2次元線分間のトボジョー
の抽出が行なわれる。ステツツs4で2次元線分のサン
プリングを行なう。ステツツs5で2次元座標に対する
2sの値を求める。ステツツs6で、3次元の線分の生
成を行なう。次に図2のそれぞれのステツツで行なわ
れる処理を詳しく説明する。

【0029】「ステツツs0」3次元モデルの生成は、
最初に実行き情報をもつ画像入力が必要とされる。実行き情
報をもつ画像とは、3次元モデル生成の対称となる対象
物を撮像部1で撮像した2次元画像と、実行き情報取得
部2で撮像部1の画像ごとに取得される実行き情報とか
らなる。

【0030】実行き情報は、レーザービームを対象物に照
射して、その反射光を撮像部1で受光し、実行き情報取
得部2で処理することにより、三角測距の原理で取得さ
れる。この実行き情報は、撮像距離や焦点距離などの撮
影環境の違いに対応するべく、撮像部1が撮像すること
ができる最も前方(撮像部側)の面(前方面)の位置を
0.0、最も後の方面(後方面)の位置を1.0とし
た。0.0～1.0の範囲に正規化された実数値とな
る。

【0031】図3に実行き情報の配列を示す。n×m配
列の実行き情報Z_{ij}、(0≤i≤n, 0≤j≤m)は、撮
像部1の画像の配列に対応している。なお、実行き情報
は、撮像部1の画像ごとに取得する必要がなく、近傍の
複数の画像をまとめて1つの実行き情報取得す
るように粗い処理をしてもよい。

【0032】撮像部1で撮像された2次元画像と実行き
情報取得部2で取得された実行き情報とが生成部4に送
られ、2次元画像が表示部5で表示される。

【0033】「ステツツs1」次に、2次元線分の入力
が指示部3で行なわれる。これは操作者が、表示部5に
表示されている2次元画像を見て、特徴点を入力する作
業にあたる。指示部3は、表示部5上に設けられた透明
な部材からなるデジタイザとポイントインクデバイスと
で構成される。操作者が、ポイントインクデバイスでデ
ジタイザ上の所望の位置を指示すると、指示位置に該当
する表示部5の画像の位置が、デバイス座標系の指示座
標として生成部4に入力される。線を入力する場合は、
ポイントインクデバイスをデジタイザ上で指示した時点
で始点信号が生成部4に入力され、ポイントインクデバ
ィスをデジタイザ上で移動させている間、指示位置に該
する2次元画像の画像の位置がデバイス座標系の指示座
標として出力され、ポイントインクデバイスをデジタイ
ザから離れた時点で終点信号が出力される。これによ
り、生成部4では始点信号の受信から終点信号の受信ま
での間に受信した指示座標の集合を2次元点列として認
識し、受信した指示座標の順番から指示座標間のトボ
ジョー(どの座標とどの座標が結ばれているかの関係)を
把握する。したがって、線は指示座標の集合(2次元点
列)として認識される。

【0034】図4に、指示部3の出力により認識される
線分とその線分を構成する座標との関係を示す。線分の
数はsで、L1, L2, L3, Lsは直線(線)の名称
を表わす。P1は始点の指示座標を、P_rは終点の指示
座標を、P2はその間の指示座標を示しており、指示座
標の順番から指示座標間のトボジョーがわかるようにな
っている。デバイス座標系は左下を原点として右にX座
標、上にY座標の正の方向が与えられる。それぞれのデバ
ィス座標はn×mの撮像部1の画像に1対1に対応す
る。したがって、Xは1以上m以下の整数値で、Yは1
以上n以下の整数値である。

【0035】なお、指示部3をデジタイザとポイントイ
ンクデバイスとで構成したが、マウスの操作で表示部5に
マウスボタンを移動させるようにして、表示部5に表
示されている2次元画像上の所望の画像の位置を、マウ
スでクリックすることによりデバイス座標系の指示座標
を生成部4に入力するようにしてもよい。この場合に線
分の入力、ドラッグの開始で始点信号を、ドラッグの
終了で終了信号を出力するようにすれば、ポイントイン
クデバイスとデジタイザとで構成した場合と同様にして

生成部4で線を認識することができる。

【0036】「ステツツs2」次に、撮像部1より出力
されるカメラパラメータが、生成部4に入力される。こ
こでカメラパラメータについて図5に基づき説明する。

【0037】X_v軸、Y_v軸、Z_v軸は、モデリツグ座
標系を示す。撮像部1は、その原点にZ_v軸の正の方向
を向いて置かれている。カメラパラメータは、撮像部1
で撮像する場合の実測値で、前方面11のZ_vの値d、
後方面12のZ_vの値t、投像面(前方面と同じ面)1
1のZ_v軸からの高さhである。ここで、前方面とは撮
像部1で撮像することができ最も後方の面をいい、投像面とは
前方面と後方面の間にある対象物像として映し出され
る面をいう。ここでは説明を簡単にするため投像面の位
置を前方面と同じにした。

【0038】なお、本実施の形態に示す3次元モデル生
成装置では、ステツツs0からステツツs2までのステ
ツツを省略して、別の装置でこれらのステツツの処理を
行ない、2次元点列とそれに対応する実行き情報とカメ
ラパラメータを入力するように構成してもよい。この場
合図1に示される撮像部1、実行き情報取得部2、指示
部3、表示部5を省いて装置を構成することができ
る。

【0039】「ステツツs3」カメラパラメータが生成
部4に入力されると、指示部3で入力された2次元線分
間のトボジョーの抽出を行なう。2次元線分間のトボ
ジョーとは、1つの2次元線分が他の2次元線分と結びつ
いている関係をいい、トボジョーの抽出により2次元線
分が交差する座標が求められる。

【0040】図4に示すs個の2次元線分が指示部3で
入力された場合の2次元線分間のトボジョーの抽出につ
いて説明する。図4に表わされている線分(L1～L
s)を構成する座標から同一の座標を抽出し、それを記
憶部6に記憶する。この抽出された座標が線分が交差す
る座標を示す。たとえば、線分L1を構成する座標(X
₁₁, Y₁₁)と線分L3を構成する座標(X₃₃, Y₃₃)と
が同一の座標(5, 287)であるならば、(5, 28
7)が記憶部6に記憶される。

【0041】同様にして、線分(L1～Ls)を構成す
るすべての座標について、同一性が調べられ、同一の座
標が記憶部6に記憶される。

【0042】2次元線分間のトボジョーの抽出結果は、
次に説明する2次元線分のサンプリングに用いられる。
【0043】「ステツツs4」2次元線分のサンプリ
ングの抽出が行なわれると、次に2次元線分のサンプリ
ングを行なう。2次元線分のサンプリングは、指示部3で
入力された2次元線分を構成する座標を間引きする処理
である。サンプリングにより2次元線分を構成する座標
の数を減らすことができ、後の処理の計算負荷を減らす
ことができる。特に、2次元線分が直線である場合に有
効である。もちろんこの処理をしないようにしてもよ

い。

【0044】2次元線分のサンプリングは、指示部3で
入力された2次元線分について、2次元線分を構成する
座標のうち始点座標と終点座標と記憶部6に記憶されて
いる座標とが優先してサンプリングされる。記憶部6に
記憶されている座標は、2次元線分が交差する座標を示
す。その他の座標については、サンプリングされた座標
からサンプリング幅の範囲外にある座標がサンプリング
される。たとえば、2次元線分L1については、まず始
点座標P1(X₁₁, Y₁₁)がサンプリングされ、次の座
標P2(X₁₂, Y₁₂)が座標P1(X₁₁, Y₁₁)からど
れだけ離れているかが判断される。今、サンプリング幅
を線方向と横方向ともに2とした場合、座標P1
(X₁₁, Y₁₁)と座標P2(X₁₂, Y₁₂)が線方向と横
方向ともに2以上離れていれば(|X₁₂-X₁₁|≥2
AND |Y₁₂-Y₁₁|≥2)、座標P2(X₁₂, Y₁₂)
がサンプリングされ、次の座標P3(X₁₃, Y₁₃)
が座標P2(X₁₂, Y₁₂)とどれだけ離れているか
が判断される。

【0045】座標P1(X₁₁, Y₁₁)と座標P2
(X₁₂, Y₁₂)が線方向と横方向ともに2以上離れてい
なければ(|X₁₂-X₁₁|<2 OR |Y₁₂-Y₁₁|
<2)、座標P2(X₁₂, Y₁₂)はサンプリングされ
ず、次の座標P3(X₁₃, Y₁₃)が座標P1(X₁₁, Y₁₁)
とどれだけ離れているかが判断される。

【0046】この処理が終点座標P_r(X_{r1}, Y_{r1})ま
で繰返される。ただし、記憶部6に記憶されている座標
と終点座標は、サンプリング幅の範囲外にあるか否かに
かわからず必ずサンプリングされる。以下説明を簡単に
するためすべての座標がサンプリングされたものとし
る。

【0047】「ステツツs5」次に、2次元座標に対す
る2sの値を求める。2次元線分のサンプリング(ステ
ツツs4)でサンプリングされた座標に対する画像の
実行き情報Z_{ij}が、実行き情報の配列(図3)から求め
られる。たとえばサンプリングされた座標が(i, j)
である場合のZ_{ij}はZ₁₁となる。

【0048】「ステツツs6」次に3次元の線分の生成
を行なう。3次元線分の生成は、2次元線分を構成する
座標と画像の実行き情報とから正規化座標を求める処理
と、正規化座標をモデリツグ座標に変換する処理とから
なる。正規化座標を求める処理では、2次元線分を構成
する座標(X_{ij}, Y_{ij})のX座標とY座標を-1.0以上
1.0以下の範囲に正規化することにより、正規化座
標(X_s, Y_s, Z_s)を求める。座標X_sの正規化座
標X_sは次の(1)式で、座標Y_sの正規化座標Y_sは
次の(2)式で求められる。ただし、X_{max}およびY_{max}
は、X_oおよびY_oがとり得る最大値をいう。本実
施の形態の場合n×mの画像の配列であるからX_{max}=
m, Y_{max}=nとなる。Z_oの範囲は(3)式で示され

(6)

る。
* [数1]

$$X_s = \frac{2X_d}{X_{dmax}} - 1.0 ; X_d \in [0, X_{dmax}] , X_{dmax} \neq 0 \quad (1)$$

$$Y_s = \frac{2Y_d}{Y_{dmax}} - 1.0 ; Y_d \in [0, Y_{dmax}] , Y_{dmax} \neq 0 \quad (2)$$

$$Z_s \in [0.0, 1.0] \quad (3)$$

【0050】次に、正規化座標をモデリング座標に変換 ※【0051】
する処理を行なう。正規化座標とモデリング座標との関 [数2]
系から次の(4)(5)(6)式が導かれる。 ※

$$X_s = d \frac{X_z}{h_z} ; X_z \in [-1.0, 1.0] \quad (4)$$

$$Y_s = d \frac{Y_z}{h_z} ; Y_z \in [-1.0, 1.0] \quad (5)$$

$$Z_s = \frac{f(1-dZ_z)}{f-d} ; Z_z \in [0.0, 1.0] \quad (6)$$

【0052】(4)(5)(6)式を変形して次の式が ☆【0053】
求められる。 ☆ [数3]

$$X_s = \frac{X_z h_z}{d} = \frac{X_z h_z f}{f - Z_z(f-d)} ; f \neq 0, d \neq 0 \quad (7)$$

$$Y_s = \frac{Y_z h_z}{d} = \frac{Y_z h_z f}{f - Z_z(f-d)} ; f \neq 0, d \neq 0 \quad (8)$$

$$Z_s = \frac{df}{f - Z_z(f-d)} ; f \neq 0, d \neq 0 \quad (9)$$

【0054】(7)(8)(9)式により、正規化座標 40
(X_s, Y_s, Z_s) をモデリング座標 (X_v, Y_v, Z_v) に変換する。ただし、 d, f, h は上述のカメラパラメータである。また、(7)(8)(9)式が成立するために、前方面11と後方面12が同一平面上にない($d \neq f$)、かつモデリング座標の原点を含まないこと($d \neq 0$ AND $f \neq 0$)が条件となる。

【0055】この正規化座標を求める処理とモデリング座標に変換する処理とを、2次元線分のサンプリング(ステップ4)でサンプリングされた座標すべてについて行なえば、図6に示すことく3次元線分ごとに各線 50

10

11

(7)

～L9は対象物の特徴となる線分を示す。本実施の形態では線分ごとにデジタルサイズをベクトルで表すので、ベクトルをデジタルサイズに当てた時点で始点信号と指示座標が、移動した時点で指示座標が、離した時点で終点信号と指示座標が線分ごとに示される。これによりデジタルサイズからベクトルで指示した座標に対応する座標が指示した順番で指示部3から生成部4に送られる。

【0057】次にカメラパラメータがデジタルサイズカメラから生成部4に送られる。ここではカメラパラメータを $d=1.0, 0, f=2.0, 0, h=5.0$ とした。

【0058】生成部4では受信した座標をもとに2次元線分のトポロジーの抽出が行われ、同じ座標、すなわち線分が交差する座標が記憶部6に記憶された後、サンプリングが行われる。ここではサンプリング幅を縦方向、横方向ともに2としてある。サンプリングの結果サンプリングされたサンプリング座標と線分との関係を図10に示す。

【0059】また、サンプリングされた座標がデバイス座標のどの点に位置するかをサンプリングされた座標に識別番号C1～C16を付して図11に示す。また、サンプリングされた座標に識別番号C1～C16を付してX座標 X_s およびY座標 Y_s を図12に示す。

【0060】次にサンプリング座標に対応する実行き情報Zsを実行き情報の配列(図8)より求める。そして正規化座標を求める処理が行われる。図12に示すサンプリングされた座標のデバイス座標(X_s, Y_s)を(1)(2)式により正規化して、図13に示す正規化座標(X_s, Y_s, Z_s)を求める。ここでは画素配列は 10×10 であるので $X_{max}=10, Y_{max}=10$ である。

【0061】そして、正規化座標を(7)(8)(9)式によりモデリング座標に変換する。その結果を図14に示す。求められたモデリング座標(C1～C16)と線分(L1～L9)との関係は図15に示すことくである。

【0062】このようにしてカメラで撮像した2次元の画像で、抽出したい3次元物体の輪郭線を描くことで、特徴点の抽出が容易となり、さらに抽出された特徴点と実行き情報とから3次元のモデルを容易に作成することが可能となる。

【0063】なお、本実施の形態では指示部3で線分が入力される場合について説明したが、点や曲線などの2次元情報として入力される場合であれば同様に適用できることはいうまでもない。

【0064】また、本実施の形態においては、図1の構成を有する3次元モデル生成装置としたが、図2に示される処理をコンピュータに実行させることができるプロ

グラムを記録媒体(CD-ROM、フロッピーディスクなど)に記録させ、コンピュータにより実行させるようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態のひとつにおける3次元モデル生成装置の機能構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態のひとつにおける3次元モデル生成の処理の流れを示すフロー図である。

【図3】本発明の実施の形態のひとつにおける実行き情報の配列を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態のひとつにおける2次元線分と線分を構成する座標との関係を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態のひとつにおけるモデリング座標系とカメラパラメータの関係を示すための図である。

【図6】本発明の実施の形態のひとつにおける3次元線分と線分を構成する座標との関係を示す図である。

【図7】本発明の実施の形態のひとつにおける撮像した画像を液晶ディスプレイに表示した状態を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態のひとつにおける実行き情報の配列と指示線分との関係を示すための図である。

【図9】本発明の実施の形態のひとつにおける特徴点をベクトルで指示した状態を示す図である。

【図10】本発明の実施の形態のひとつにおける線分とサンプリング座標との関係を示す図である。

【図11】本発明の実施の形態のひとつにおけるデバイス座標におけるサンプリング座標の位置を示す図である。

【図12】本発明の実施の形態のひとつにおけるサンプリング座標を示す図である。

【図13】本発明の実施の形態のひとつにおける正規化された座標を示す図である。

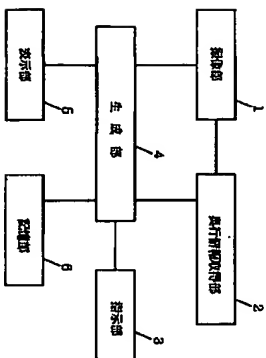
【図14】本発明の実施の形態のひとつにおけるモデリング座標への変換結果を示す図である。

【図15】本発明の実施の形態のひとつにおける線分とモデリング座標との関係を示す図である。

【符号の説明】

- 1 撮像部
- 2 実行き情報取得部
- 3 指示部
- 4 生成部
- 5 表示部
- 6 記憶部
- 11 前方面、投像面
- 12 後方面

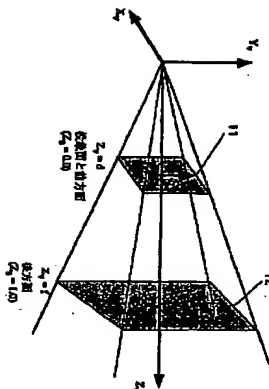
【図1】



【図4】

Line	P1	P2	P3
B1	(x1, y1)	(x2, y2)	(x3, y3)
B2	(x1, y1)	(x2, y2)	(x3, y3)
B3	(x1, y1)	(x2, y2)	(x3, y3)
B4	(x1, y1)	(x2, y2)	(x3, y3)
B5	(x1, y1)	(x2, y2)	(x3, y3)

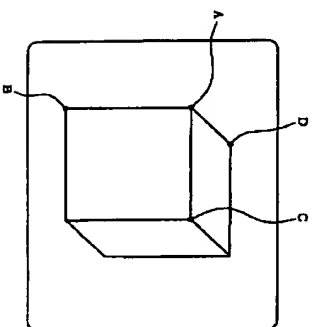
【図5】



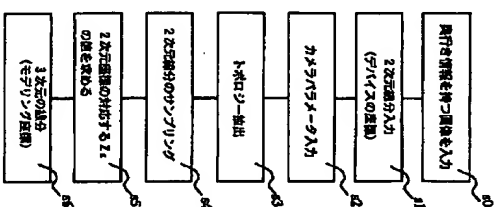
【図6】

Line	P1	P2	P3
B1	(x1, y1, z1)	(x2, y2, z2)	(x3, y3, z3)
B2	(x1, y1, z1)	(x2, y2, z2)	(x3, y3, z3)
B3	(x1, y1, z1)	(x2, y2, z2)	(x3, y3, z3)
B4	(x1, y1, z1)	(x2, y2, z2)	(x3, y3, z3)
B5	(x1, y1, z1)	(x2, y2, z2)	(x3, y3, z3)

【図7】



【図2】



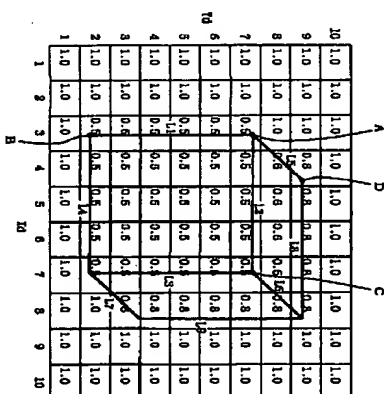
【図12】

Coordinate	Xd	Yd
C1	3	7
C2	3	3
C3	3	3
C4	3	2
C5	3	7
C6	7	3
C7	7	3
C8	7	3
C9	7	2
C10	3	2
C11	4	9
C12	8	9
C13	8	4
C14	6	9
C15	8	7
C16	8	5

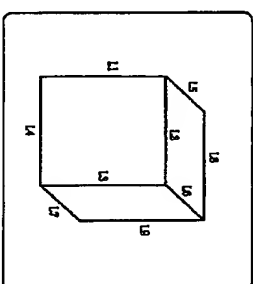
【図3】

Coordinate	Xd	Yd
C1	3	7
C2	3	3
C3	3	3
C4	3	2
C5	3	7
C6	7	3
C7	7	3
C8	7	3
C9	7	2
C10	3	2
C11	4	9
C12	8	9
C13	8	4
C14	6	9
C15	8	7
C16	8	5

【図8】



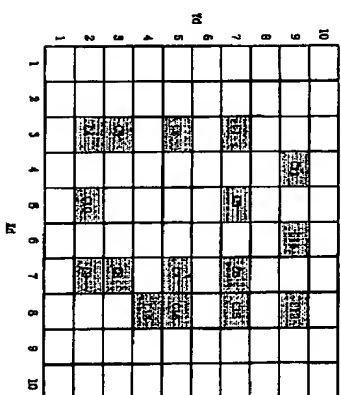
【図9】



【図10】

Line No	P1	P2	P3	P4
L1	(x1, y1)	(x2, y2)	(x3, y3)	(x4, y4)
L2	(x1, y1)	(x2, y2)	(x3, y3)	(x4, y4)
L3	(x1, y1)	(x2, y2)	(x3, y3)	(x4, y4)
L4	(x1, y1)	(x2, y2)	(x3, y3)	(x4, y4)
L5	(x1, y1)	(x2, y2)	(x3, y3)	(x4, y4)
L6	(x1, y1)	(x2, y2)	(x3, y3)	(x4, y4)
L7	(x1, y1)	(x2, y2)	(x3, y3)	(x4, y4)
L8	(x1, y1)	(x2, y2)	(x3, y3)	(x4, y4)
L9	(x1, y1)	(x2, y2)	(x3, y3)	(x4, y4)

【図11】



【図13】

Coordinate	Xd	Yd	Zd
C1	-0.4	0.4	0.5
C2	-0.4	0.0	0.5
C3	-0.4	-0.4	0.5
C4	-0.4	-0.5	0.5
C5	0.0	0.4	0.5
C6	0.4	0.4	0.5
C7	0.4	0.0	0.5
C8	0.4	-0.4	0.5
C9	0.4	-0.5	0.5
C10	0.0	-0.5	0.5
C11	-0.4	0.8	0.8
C12	0.5	0.8	0.8
C13	0.5	-0.2	0.8
C14	0.2	0.8	0.8
C15	0.5	0.4	0.8
C16	0.5	0.0	0.8

【図15】

Line No	P1	P2	P3	P4
L1	C1	C2	C3	C4
L2	C1	C2	C3	C4
L3	C1	C2	C3	C4
L4	C1	C2	C3	C4
L5	C1	C2	C3	C4
L6	C1	C2	C3	C4
L7	C1	C2	C3	C4
L8	C1	C2	C3	C4
L9	C1	C2	C3	C4

【図14】

Coordinate No	X _y	Y _y	Z _y
C1	2.67	2.67	13.3
C2	2.67	0.0	13.3
C3	2.67	2.67	13.3
C4	2.67	4.0	13.3
C5	0.0	2.67	13.3
C6	2.67	2.67	13.3
C7	2.67	0.0	13.3
C8	2.67	2.67	13.3
C9	2.67	-4.0	13.3
C10	0.0	-4.0	13.3
C11	-1.67	4.67	16.67
C12	0.5	6.67	16.67
C13	0.5	-1.67	16.67
C14	1.67	6.67	16.67
C15	0.5	2.67	16.67
C16	0.5	0.0	16.67

4=10.0, t=50.0, h=5.0